

**MINIMASI *MEAN TARDINESS* PADA  
PENJADWALAN *FLOWSHOP* DENGAN  
ALGORITMA *SIMULATED ANNEALING***

**(CV. Hasta Surya Mandiri)**

**SKRIPSI**

Diajukan Kepada Universitas Muhammadiyah Malang  
Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan Akademik  
Dalam Menyelesaikan Program Sarjana Teknik



Disusun oleh :

**REILA JANNAH TAWADHU**

**201410140311033**

**JURUSAN TEKNIK INDUSTRI  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MALANG  
2018**

## LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

### MINIMASI *MEAN TARDINESS* PADA PENJADWALAN *FLOWSHOP* DENGAN ALGORITMA *SIMULATED ANNEALING* (CV. Hasta Surya Mandiri)



Disusun Oleh :  
REILA JANNAH TAWADHU  
201410140311033

Menyetujui dan Mengesahkan :  
Malang,

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

(Dr. Ilyas Mas'udin, M.log., S. Cm., PhD)  
NIP-UMM : 10802030364

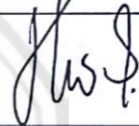
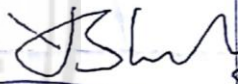


(Dana Marsetiya Utama, S.T. M.T)  
NIP-UMM : 10814100566

Mengetahui  
Ketua Jurusan Teknik Industri

(Dr. Ilyas Mas'udin, M.log., S. Cm., PhD)  
NIP-UMM : 10802030364

## **BERITA ACARA UJIAN TUGAS AKHIR**

Nama Mahasiswa : REILA JANNAH TAWADHU  
Nim : 201410140311033  
Jurusan : Teknik Industri  
Judul Skripsi : Minimasi Mean Tardiness Pada Penjadwalan Flowshop Dengan Algoritma  
Hari,Tgl Pelaksanaan : 09 April 2018  
Dinyatakan : LULUS  
Dengan Nilai : A

Penguji I	:	Annisa Kesy Garside, S.T., M.T.	
Penguji II	:	Shanty Kusuma Dewi, S.T., M.T.	
Penguji III	:	Ilyas Mas'udin, PhD	
Penguji IV	:	Dana Marsetiya S.T., M.T.	

Mengesahkan,  
Ketua Jurusan,  
  
Ilyas Masudin, PhD

## **SURAT PERNYATAAN KEASLIAN**

Dengan ini saya menyatakan bahwa :

Skripsi saya ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik sarjana baik di Universitas Muhammadiyah Malang maupun di Perguruan Tinggi lain.

Skripsi ini adalah murni gagasan, rumusan, dan penelitian saya sendiri tanpa bantuan dari pihak lain kecuali arahan Dosen Pembimbing.

Dalam skripsi ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama dan dicantumkan dalam daftar pustaka.

Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik sesuai dengan aturan yang berlaku.

Malang,.....

Yang membuat pernyataan

Reila Jannah Tawadhu  
201410140311033



**CV. HASTA SURYA MANDIRI**

**Electrical, Mechanical, General Contractor**

Jl Sumber Bangun No: 13A Rt 04 / Rw 04 Kalirejo Lawang Malang

Telp : 0341-426295 Fax : 0341-426295

hasta\_surya\_mandiri@yahoo.co.id

Nomor : 011/RG-SKG/I/2018

Lampiran : -

Hal : Penelitian Skripsi

Yth. : Ketua Jurusan Teknik Industri

Universitas Muhammadiyah Malang

Jl. Raya Tlogomas No. 246

Malang

Assalamualaikum Wr. Wb

Bersama surat ini kami selaku pimpinan CV. Hasta Surya Mandiri memberitahukan bahwa mahasiswa Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Malang yang bernama Reila Jannah Tawadhu, NIM : 201410140311033 jurusan teknik industry telah melakukan penelitian di CV. Hasta Surya Mandiri yang digunakan untuk bahan skripsi.

Demikian atas perhatian serta kerjasamanya, kami sampaikan terimakasih.

Wassalamualaikum. Wr. Wb

Hormat Kami,

CV. Hasta Surya Mandiri

11  
CV. HASTA SURYA MANDIRI  
  
MALANG  
Bapak. M. Sujarwo

## KATA PENGANTAR



Puji syukur kehadiran Allah SWT atas segala rahmat, taufik, hidayah, serta inayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“MINIMASI MEAN TARDINESS PADA PENJADWALAN FLOWSHOP DENGAN ALGORITMA SIMULATED ANNEALING (CV. Hasta Surya Mandiri)”**. Shalawat dan salam semoga tetap tercurahkan kepada teladan kita Nabi Muhammad SAW, Sang Pelopor Ilmu Pengetahuan untuk membaca tanda-tanda kekuasaan-Nya.

Penulis menyadari bahwa dalam penelitian sampai penyusunan skripsi ini tidak akan terwujud tanpa adanya bantuan, bimbingan dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis tak lupa mengucapkan terima kasih banyak kepada :

1. Bapak Dr. Ilyas Mas'udin, M.log., S. Cm., PhD selaku Ketua Jurusan Teknik Industri Universitas Muhammadiyah Malang dan sebagai pembimbing I yang telah membimbing penulis sampai skripsi ini dapat terselesaikan.
2. Bapak Dana Marsetiya Utama, S.T. M.T selaku pembimbing II yang telah membimbing penulis dengan sabar sampai skripsi ini dapat terselesaikan dan banyak memberikan support serta kepercayaan untuk mempelajari hal baru.
3. Ibu Ikhlasul Ammalynda, S.T. M.T yang telah bersedia meluangkan waktunya untuk mengenalkan dan membimbing penulis dalam penggunaan *software* MATLAB dalam melakukan komputasi dalam pengerjaan skripsi ini.
4. Pemilik CV. Hasta Surya Mandiri, Bapak Sujarwo yang telah memberikan keleluasaan untuk dapat melakukan penelitian di perusahaannya.



5. Bapak dan Ibu Dosen Teknik Industri yang telah memberikan ilmu pengetahuan selama perkuliahan yang menjadi bekal ilmu pada jenjang berikutnya baik bekerja maupun melanjutkan pendidikan S-2.
6. Kedua Orang Tua dan Kakakku Nikki Vertik Lestari yang telah memberikan kasih sayang, ilmu, motivasi, pengorbanan dan doa yang tiada henti. Semoga kesehatan selalu diberikan kepada kedua orang tua dan saudaraku khususnya kakakku.
7. Keluarga teknik industri A khususnya Angkatan 2014. Terima kasih atas dukungan, bantuan dan persahabatannya. Khusus kepada temanku yang membantu menyelesaikan penulisan, motivator serta memberikan doa dalam pengerjaan skripsi ini, Gerishela Wimanda Putri.
8. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu-persatu yang telah membantu penyelesaian skripsi ini.

Akhirnya dengan segala kerendahan hati, penulis menyadari bahwa penyusunan skripsi ini masih belum sempurna dan banyak kekurangan. Oleh karena itu penulis mengharap kritik dan saran yang membangun demi kesempurnaan skripsi ini. Semoga Allah SWT memberikan balasan yang berlipat ganda atas semua bantuan, dan dukungan yang diberikan. Semoga karya ilmiah/skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis khususnya dan bagi pembaca pada umumnya.

Malang,  
Penulis,

Reila Jannah Tawadhu

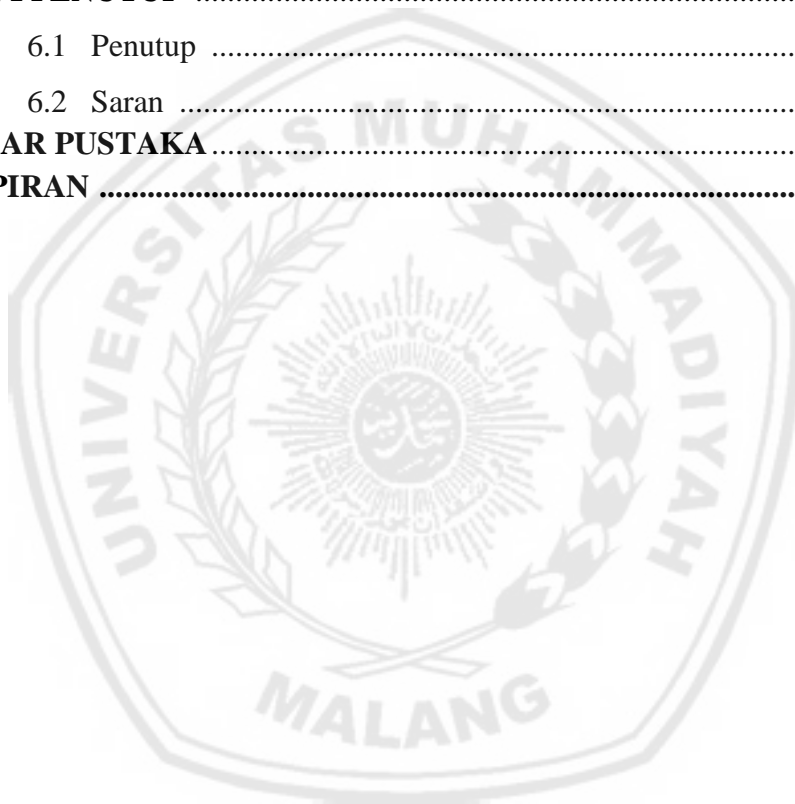
## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI .....</b>	<b>ii</b>
<b>LEMBAR ASISTENSI SKRIPSI .....</b>	<b>iii</b>
<b>BERITA ACARA UJIAN.....</b>	<b>iv</b>
<b>SURAT PERNYATAAN KEASLIAN .....</b>	<b>v</b>
<b>SURAT KETERANGAN PENELITIAN DARI PERUSAHAAN.....</b>	<b>vi</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>vii</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>ix</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xiv</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xv</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>xvi</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
1.5 Batasan Masalah dan Asumsi.....	3
<b>BAB II LANDASAN TEORI .....</b>	<b>4</b>
2.1 Pengertian Penjadwalan .....	4
2.2 Tujuan Penjadwalan .....	5
2.3 Klasifikasi Penjadwalan .....	6
2.4 Jenis-Jenis Aliran Produksi .....	7
2.5 Penjadwalan <i>Flow shop</i> .....	8
2.6 Klasifikasi Kondisi Penjadwalan .....	8
2.7 Kendala-Kendala pada Penjadwalan Urutan <i>job</i> .....	9
2.8 Beberapa Istilah dalam Penjadwalan .....	11
2.9 Prioritas <i>Dispatching Rule</i> .....	13
2.10 Ukuran Performansi Penjadwalan .....	13
2.11 Gant Chart .....	15



2.12 Penjadwalan Urutan <i>Job</i> NEH-EDD.....	17
2.13 Penjadwalan Urutan <i>Job Simulated Annealing</i> .....	18
2.14 Literatur Review Jurnal-Jurnal Pendukung Penelitian.....	20
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>24</b>
3.1 Tahap Identifikasi dan Penelitian Awal .....	25
3.2 Tahap Pengumpulan Data .....	26
3.3 Tahap Pengolahan Data .....	27
3.4 Tahap Pembandingan Hasil.....	30
3.5 Membandingkan Parameter Metode Usulan N <i>job</i> 7 Mesin .....	30
3.6 Membandingkan Metode Usulan dengan Metode Lain N <i>job</i> 7 Mesin.....	31
3.7 Kesimpulan dan Saran.....	31
<b>BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA .....</b>	<b>32</b>
4.1 Deskripsi Perusahaan .....	32
4.1.1 Profil Perusahaan .....	32
4.1.2 Proses Produksi .....	33
4.2 Pengumpulan Data .....	34
4.2.1 Data Order .....	34
4.2.2 Urutan Proses Produksi .....	35
4.2.3 Daftar dan Fungsi Mesin .....	36
4.2.4 Waktu Proses Produksi .....	36
4.3 Pengolahan Data .....	38
4.3.1 Desain dan Bahasa Pemrograman Matlab .....	38
4.3.2 Penjadwalan Awal Perusahaan (FCFS) .....	48
4.3.3 Penjadwalan dengan Metode <i>Simulated Annealing</i> .....	48
4.3.4 <i>Numerical Experiment</i> Parameter Metode <i>Simulated Annealing</i> .....	52
4.3.5 <i>Numerical Experiment</i> Membandingkan Metode Lain .....	53
<b>BAB V ANALISA PEMBAHASAN .....</b>	<b>55</b>
5.1 Analisis Penjadwalan Perusahaan (FCFS) .....	55
5.2 Analisis Jadwal Urutan <i>Job</i> dengan Metode <i>Simulated Annealing</i> .....	55
5.3 Analisa Perbandingan Penjadwalan Perusahaan dan Usulan ....	59
5.4 Analisa Perbandingan Parameter Metode NEH-EDD-SA.....	61

5.4.1	Kelompok <i>Job</i> Kecil .....	61
5.4.2	Kelompok <i>Job</i> Sedang .....	62
5.4.3	Kelompok <i>Job</i> Besar .....	63
5.5	Analisa Perbandingan <i>Mean Tardiness</i> Metode NEH-EDD-SA dan lain .....	63
5.6	Analisa Perbandingan Waktu Komputasi .....	65
5.6.1	Analisa Perbandingan Waktu Parameter Metode NEH-EDD-SA .....	65
5.6.2	Analisa Perbandingan Waktu Komputasi NEH-EDD-SA dan lain .....	68
<b>BAB VI PENUTUP</b> .....		69
6.1	Penutup .....	69
6.2	Saran .....	69
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....		70
<b>LAMPIRAN</b> .....		71



## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 <i>Literature Review</i> Jurnal Pendukung .....	22
Tabel 3.1 Contoh Pengambilan Data Order .....	26
Tabel 3.2 Contoh Urutan Proses Produksi .....	26
Tabel 3.3 Contoh Tabel Jenis dan Fungsi Mesin .....	26
Tabel 3.4 Contoh Pengukuran Waktu pada Tiap Operasi.....	27
Tabel 3.5 Contoh Rekapitulasi Hasil <i>Mean Tardiness</i> .....	30
Tabel 3.6 Contoh Rekapitulasi Hasil Waktu Komputasi .....	30
Tabel 3.7 Contoh Rekapitulasi Hasil SA Terbaik.....	30
Tabel 3.8 Contoh Perbandingan Penjadwalan SA dengan Perusahaan.....	31
Tabel 4.1 Data Order CV. HSM .....	35
Tabel 4.2 Urutan Proses Produksi.....	35
Tabel 4.3 Daftar dan Fungsi Mesin.....	36
Tabel 4.4 Waktu Proses Produksi/Unit .....	37
Tabel 4.5 Waktu Proses Produksi Order Bulan Maret 2018.....	37
Tabel 4.6 Contoh Perhitungan Waktu Proses Produksi Job 1 Order Bulan Maret ..	37
Tabel 4.7 Waktu Proses 3 Job 3 Mesin.....	38
Tabel 4.8 Perhitungan Manual NEH-EDD K=1 Alternatif-1 .....	39
Tabel 4.9 Perhitungan Manual NEH-EDD K=1 Alternatif-2 .....	39
Tabel 4.10 Perhitungan Manual NEH-EDD K=2 Alternatif-1 .....	40
Tabel 4.11 Perhitungan Manual NEH-EDD K=2 Alternatif-2 .....	40
Tabel 4.12 Perhitungan Manual NEH-EDD K=2 Alternatif-3 .....	41
Tabel 4.13 Hasil iterasi pertukaran job T=100 .....	44
Tabel 4.14 Hasil iterasi pertukaran job T=20 .....	45
Tabel 4.15 Hasil iterasi pertukaran job T= 4 .....	45
Tabel 4.16 Hasil iterasi pertukaran job T= 0.8 .....	45
Tabel 4.17 Rekapitulasi Hasil <i>Mean Tardiness</i> (Maksimum Iterasi = 5) .....	49
Tabel 4.18 Rekapitulasi Hasil <i>Mean Tardiness</i> (Maksimum Iterasi = 15) .....	50
Tabel 4.19 Rekapitulasi Hasil <i>Mean Tardiness</i> (Maksimum Iterasi = 30) .....	51
Tabel 4.20 Rekapitulasi Hasil <i>Mean Tardiness</i> (Menit) N job 7 Mesin .....	52
Tabel 4.21 Rekapitulasi Hasil Waktu Komputasi (Detik) N job 7 Mesin .....	52
Tabel 4.22 Rekapitulasi Hasil Eksperimen dengan Variasi Jumlah Job .....	53
Tabel 4.23 Pengukuran <i>Performance</i> Metode NEH-EDD-SA .....	54
Tabel 5.1 rekapitulasi hasil SA Terbaik.....	58
Tabel 5.2 Perbandingan <i>Mean Tardiness</i> Perusahaan dan <i>Mean Tardiness</i> SA.....	60

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. <i>Gantt Chart</i> .....	16
Gambar 2.2. <i>Flowchart</i> Algoritma <i>Simulated Annealing</i> .....	20
Gambar 3.1. <i>Flowchart</i> Penelitian .....	24
Gambar 3.2 <i>Flowchart</i> Algoritma.....	29
Gambar 4.1. Diagram Alir Proses Produksi.....	33
Gambar 4.2. Cuplikan <i>command windows</i> hasil <i>mean tardiness</i> .....	46
Gambar 4.3 Cuplikan <i>command windows</i> hasil NEH-EDD .....	47
Gambar 4.4 Cuplikan <i>command windows</i> hasil <i>Simulated Annealing</i> .....	48
Gambar 4.5 Hasil Perhitungan Matlab <i>Mean Tardiness</i> Perusahaan .....	48
Gambar 5.1 Grafik Perbandingan <i>Mean Tardiness</i> (Maksimum iterasi 5) .....	56
Gambar 5.2 Grafik Perbandingan Jumlah siklus (Maksimum iterasi 5) .....	57
Gambar 5.3 Grafik hasil <i>Mean Tardiness Job</i> Kecil .....	61
Gambar 5.4 Grafik hasil <i>Mean Tardiness Job</i> Sedang .....	62
Gambar 5.5 Grafik hasil <i>Mean Tardiness Job</i> Besar .....	63
Gambar 5.6 Grafik perbandingan NEH-EDD-SA dengan Metode lain .....	64
Gambar 5.7 Grafik perbandingan Waktu Komputasi <i>Job</i> Kecil .....	65
Gambar 5.8 Grafik perbandingan Waktu Komputasi <i>Job</i> Sedang .....	66
Gambar 5.9 Grafik perbandingan Waktu Komputasi <i>Job</i> Besar .....	67
Gambar 5.10 Grafik perbandingan Waktu Komputasi Perbandingan Metode .....	68

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 <i>Coding Matlab Mean Tardiness</i> .....	72
Lampiran 2 <i>Coding Matlab NEH-EDD</i> .....	73
Lampiran 3 <i>Coding Matlab Simulated Annealing</i> .....	75
Lampiran 4 . hasil matlab perhitungan NEH-EDD-SA (maksimum iterasi=5).....	77
Lampiran 5 . hasil matlab perhitungan NEH-EDD-SA (maksimum iterasi=15).....	82
Lampiran 6 . hasil matlab perhitungan NEH-EDD-SA (maksimum iterasi=30).....	87



## DAFTAR PUSTAKA

- Baker, Kenneth & Trietsch, Dan. (2009). *Principles of Sequencing And Scheduling*. New York: John Wiley & Sons, Inc.
- Dai, M., Tang, D., Giret, A., Salido, M.A. (2013). *Energy-Efficient Scheduling for Flexible Flowshop using an Improved Genetic-Simulated Annealing Algorithm*. *Robotic and Computer-Integrated Manufacturing*, 29, 418-429.
- Damodaran, Purushothaman & Velez-Gallego, Mario C. . (2012). *A Simulated Annealing Algorithm to Minimize Makespan of Parallel Batch Processing Machines with Unequal Job Ready Times*. *Expert Systems with Applications*, 39, 1451-1458.
- Dowsland K.A., Thompson J.M. (2012). *Simulated Annealing*. In: Rozenberg G., Bäck T., Kok J.N. (eds) *Handbook of Natural Computing*. Berlin, Heidelberg: Springer.
- Heyzer, Jay & Render, Barry. (2005). *Manajemen Operasi* (Edisi Ketujuh ed.). Jakarta: Salemba Empat.
- Kim, Y. D. (1999). *Heuristics for Flowshop Scheduling Problems Minimizing Mean Tardiness* *Journal of Operational Research Society*, 44(1), 19-28.
- Lin, S.W., Gupta, J.N.D., Ying, K.C., Lee, Z.J. (2009). *Using simulated annealing to schedule a flowshop manufacturing cell with sequence-dependent family setup times*. *International Journal of Production Research*, 47(12), 3205-3217.
- Loukil, T., Teghem, J. & Fortemps, P. (2007). *A Multi Objective Production Scheduling Case Study Solved by Simulated Annealing* *European Journal of Operational Research*, 179(709-722).
- Low, Chinyao. (2005). *Simulated Annealing Heuristic for Flowshop Scheduling Problems with Unrelated Parallel Machines*. *Computers & Operations Research*, 32, 2013-2025.
- Melouk, S., Damodaran, P. & Chang, Ping-Yu (2004). *Minimizing makespan for single machine batch processing with non-identical job sizes using simulated annealing*. *International Journal Production Economics*, 87, 141-147.
- Mousavi, S.M, Zandieh .M & Yazdani. M (2013). *A simulated annealing/local search to minimize the makespan and total tardiness on a hybrid flowshop*. *International Journal Manufacturing Technology*, 64, 369-388. doi: 10.1007/s00170-012-4031-5
- Naderi, B., Tavakkoli-moghaddam, R., & Khalili, M (2010). *Electromagnetism-like mechanism and simulated annealing algorithms for flowshop scheduling problems minimizing the total weighted tardiness and makespan*. *Knowledge Based Systems*, 23(2), 77-85. doi: 10.1016/j.knosys.2009.06.002
- Naderi, B., Zandieh, M., Balagh, A.K.G & Roshanaei, V. (2009). *An Improved Simulated Annealing for Hybrid Flowshops with Sequence Dependent Setup and Transportation Times to Minimize Total Completion Time and Total Tardiness*. *Expert Systems with Applications*, 36, 9625-9633.
- Nawaz, M., Ensore, E., & Ham, I. (1983). *A heuristic algorithm for the m-machine, n-job flow shop sequencing problem*. *OMEGA, The International Journal of Management Science*, 11, 91-95.
- Pinedo, Michael L. (2016). *Scheduling Theory, Algorithm, and Systems* (Vol. Fifth Edition). New York: Springer International Publishing
- Radhakrishnan, S. & Ventura, J.A. . (2000). *Simulated annealing for parallel machine scheduling with earliness tardiness penalties and sequence-dependent set-up times*. *International Journal of Production Research*, 38(10), 2233-2252.
- Santosa, Budi & Paul Willy. (2011). *Metoda Metaheuristik Konsep dan Implementasi*. Surabaya: Guna Widya